

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-314668

(43) 公開日 平成7年(1995)12月5日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

B 4 1 J 2/045

2/055

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 3/ 04

1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平6-111483

(22) 出願日

平成6年(1994)5月25日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 張 俊華

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

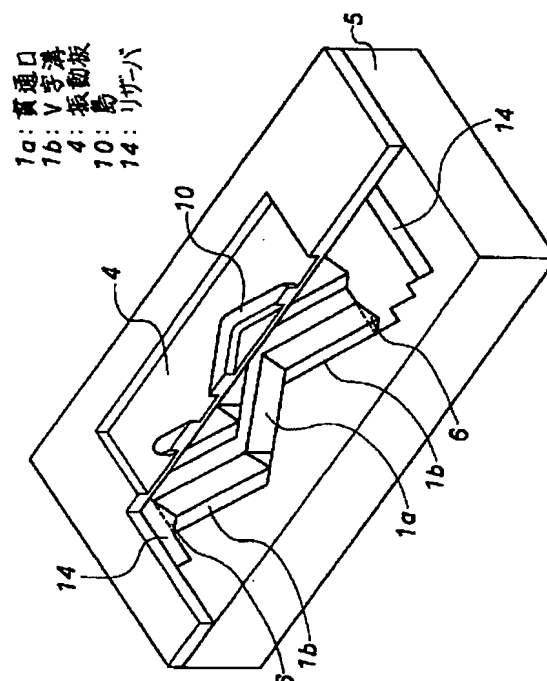
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 高密度配置ができ、インク吐出量が十分で、高周波駆動が実現でき、クロストークのないインクジェット式記録ヘッドを提供する。

【構成】 結晶面方位(110)面が表面となる単結晶シリコン基材5に設けられる、二つの(111)面で構成されるV字溝1bと前記V字溝に連通し少なくとも二つの(111)面を壁面とする貫通口1aとからなる圧力発生室を有し、振動板4と圧電振動子7との間に、前記貫通口1aと前記V字溝1bと方向に従って折れ曲がった島部10を設ける。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを吐出するノズルと、該ノズルと連通する圧力発生室と、該圧力発生室の一壁面を形成する振動板と、該振動板に形成された島部と当接し前記圧力室を加圧する圧電振動子とを有するインクジェット式記録ヘッドにおいて、  
前記圧力発生室は、結晶面方位(110)面が表面となる単結晶シリコン基材に設けられる、二つの(111)面で構成されるV字溝と前記V字溝に連通し少なくとも二つの(111)面を壁面とする貫通口とからなり、  
前記振動板の島部を前記貫通口と前記V字溝に対応するよう設けたことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

$$(V+W) \cdot \cos 35.2^\circ \cdot \tan 35.2^\circ < 2t$$

【請求項5】 前記V字溝の幅 $v'$ が前記貫通口の幅 $v$ より広いことを特徴とする請求項1乃至4記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 前記圧力発生室の容積を拡大させて、前記リザーバからインクを吸い込む第1の信号と、前記圧力発生室の容積を維持させる第2の信号と、前記圧力発生室の容積を縮小させてインク滴を吐出させる第3の信号と、を前記圧電振動子に印加することを特徴とする請求項1乃至5記載のインクジェット式記録ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、インク滴を飛翔させ、記録紙等の記録媒体上にインク像を形成するインクジェット式記録ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】印字信号に応じてノズルからインク滴を記録媒体に飛翔させるオンデマンド型インクジェット式記録ヘッド(以下記録ヘッド)としては、インク滴吐出のための圧力発生手段として圧電振動子を用いる方式や発熱素子を用いる方式が代表的な方式として挙げられる。

【0003】両者の方式を比較すると、圧電振動子を用いる方式は発熱素子を用いる方式に比べ記録ヘッドの耐久性、インクの汎用性といった点で優れている反面、発熱素子を用いる方式の方が高密度化が容易であるといった点で優れている。

【0004】従来の圧力発生室を形成する技術としては、プラスチック、セラミック、そして、ガラスなどの材料を用いている。(米国特許第4057807号明細書、米国特許第3972474号明細書)しかし、製造技術的な問題で高精細に作ることができないため、高密度化が困難である。これに対し、米国特許第4312008号明細書に開示されたシリコンウェハをエッチングして圧力発生室を構成する技術によれば、一体で精度の良い圧力発生室が得られる。

2

【請求項2】 前記圧力発生室の前記V字溝と前記貫通口がZ字状に形成され、前記島部は前記圧力発生室形状に沿うようにZ字状に形成されていることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 前記圧力発生室の前記V字溝と前記貫通口がV字状に形成され、前記島部は前記圧力発生室形状に沿うようにV字状に形成されていることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 前記貫通口の幅と長さを $v$ 、 $w$ とし、前記シリコン基材の厚みを $t$ としたとき、下記の式を満たすことを特徴とする請求項1乃至3記載のインクジェット式記録ヘッド。

## 【数1】

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図13に示す米国特許第4312008号明細書に開示された技術を単に180dpi以上の高密度に配置しても、インク吐出量、高周波駆動、クロストークといった問題があり十分な記録ヘッドを得ることができなかった。

【0006】そこで本発明の目的は、高密度配置を精度良く形成でき、インク吐出量が十分であり、高周波駆動が実現でき、クロストークのないインクジェット式記録ヘッドの構成を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明のインクジェット式記録ヘッドは、インクを吐出するノズルと、該ノズルと連通する圧力発生室と、該圧力発生室の一壁面を形成する振動板と、該振動板に形成された島部と当接し前記圧力室を加圧する圧電振動子とを有するインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室は、結晶面方位(110)面が表面となる単結晶シリコン基材に設けられる、二つの(111)面で構成されるV字溝と前記V字溝に連通し少なくとも二つの(111)面を壁面とする貫通口とからなり、前記振動板の島部を前記貫通口に対応する部分と前記V字溝に対応する部分に設けたことを特徴とする。

【0008】また、前記圧力発生室の前記V字溝と前記貫通口がZ字状に形成され、前記島部は前記圧力発生室形状に沿うようにZ字状に形成されていることを特徴とする。

【0009】また、前記圧力発生室の前記V字溝と前記貫通口がV字状に形成され、前記島部は前記圧力発生室形状に沿うようにV字状に形成されていることを特徴とする。

【0010】また、前記貫通口の幅と長さを $v$ 、 $w$ とし、前記シリコン基材の厚みを $t$ としたとき、下記の式を満たすことを特徴とする。

## 【0011】

【数2】

$$(V+W) \cdot \cos 35.2^\circ \cdot \tan 35.2^\circ < 2t$$

【0012】また、前記V字溝の幅 $v'$ が前記貫通口の幅 $v$ より広いことを特徴とする。

【0013】

【実施例】以下本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

【0014】図1は本発明のインクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッド）の一実施例を示す分解斜視図であり、複数のノズル2が形成されたノズルプレート3と、圧力発生室1と開口6を介して圧力発生室1と連通したリザーバ14が形成されたシリコン基板5と、振動板4が積層されて構成されている。振動板4には図3に示すように各圧力発生室に対応する島部10が形成され、各島部10には一端が固定基板11に固定された圧電振動子7の先端が当接している。この圧電振動子7は、図2に示すように圧電材料8と電極形成材料9を交互に積層した構造であり、固定基板11に固定されていない活性領域と、固定基板11に固定された不活性領域とから構成されている。この不活性領域は、圧電現象が生じないよう圧電材料8と電極9aと接続する電極のみから形成されている。これらの固定基板11、振動板4、シリコン基板5及びノズルプレート3は、基台12を介して一体に固定され、記録ヘッドとして構成されている。

【0015】次に本発明の圧力発生室と振動板の構成について説明する。

【0016】図4に示すように、シリコン基板5には、圧力発生室1が貫通口1aとV字溝1b、1bとをそれぞれ連通するようにして構成されている。貫通口1a、V字溝1bは共に、他の結晶方位面に対してエッチング速度の違い（111）面によって構成されており、シリコンのエッチングの利点である形状精度を生かしている。V字溝1b、1bは開口6、6を経由してリザーバ

14、14とそれぞれ連通し、リザーバ14からインクを各圧力発生室1に供給できるように構成されている。この様に圧力発生室などのインク供給路を形成することにより精度良く圧力発生室を高精度に形成することができる。

【0017】実施例では、ノズル間の距離は $140\mu\text{m}$ であり、貫通口1aの幅 $v$ は $100\mu\text{m}$ で貫通口と貫通口との間の隔壁の厚さ $u$ は $40\mu\text{m}$ である。貫通口1aの長さ $w$ は $386\mu\text{m}$ である。貫通口1aとV字溝1bとの間の角度 $\alpha$ は約 $55^\circ$ である。

【0018】振動板4は、厚さ $5\mu\text{m}$ のポリイミドフィルムに高さ $30\mu\text{m}$ の島部10が形成されてできている。これはポリイミドフィルムにSUSの膜をコーティングしエッチングすることによって得られる。島部10は、圧力発生室1の貫通口1a及びV字溝1b、1bに対応するように形成されている。

【0019】本実施例では圧力発生室を構成する貫通口1aとV字溝1b、1bはZ字状に形成されており、これに対応するように島部もZ字状に形成されている。これにより、十分なインク吐出量を確保している。

【0020】圧力発生室の貫通口1aは、図4に示すように長さ $w$ が長いと、隣同士の圧力発生室間のクロストークが問題となる。また、隔壁の持つ弾性及び貫通口1a内のインクの持つ弾性の成すコンプライアンスが大きく、高周波駆動のできるヘッドの構成が困難である。しかし、本実施例では長さ $w$ を短くすることができ、相互干渉を許容範囲に抑えることができ、高周波駆動のできるインクジェットヘッドを構成することができた。この本発明の記録ヘッドを実現するため、以下の式を満たすようにすると、顕著な効果があることがわかった。

【0021】

【数3】

$$(V+W) \cdot \cos 35.2^\circ \cdot \tan 35.2^\circ < 2t$$

【0022】以上の相互干渉を許容範囲に抑えることができ、高周波駆動のできる圧力発生室形状に加え、上述した振動板形状にすることによりインク吐出体積を十分に確保することが可能になった。

【0023】次に本発明のシリコン基材5から圧力発生室を製造する製造方法を説明する。

【0024】まず、表面の結晶面方位が（110）面となる単結晶シリコン基材を、 $900\sim 1100^\circ\text{C}$ に加熱し、酸素、水蒸気などの酸化剤を含んだ高温の気体の中に置いて、その表面に酸素原子を拡散する。本実施例では、この熱酸化処理によって厚さ $1.7\mu\text{m}$ から成るシリコン酸化物の膜200を形成した。シリコン酸化物の膜200は後述する異方性エッチング工程でのマスクの

役割を果たし、その形成手段は前述した熱酸化処理の他に、CVD（化学気相堆積）法や、イオン注入法、陽極酸化法によっても差し支えない。またシリコン酸化物の膜以外にも、シリコン窒化物の膜や、ホウ素やガリウム原子を添加した所謂p型シリコン膜や、ヒ素やアンチモン原子を添加した所謂n型シリコン膜を形成しても差し支えない。

【0025】なおシリコン基材の厚みは $0.1\sim 0.5\text{mm}$ が好適であって、さらに好適は $0.15\sim 0.3\text{mm}$ である。先に既に述べたが、本実施例では厚さ $0.27\text{mm}$ のシリコン基材を用いた。

【0026】次に、樹脂レジストを前記シリコン基材の両面に同じパターンで施し、フッ酸水溶液などの酸エッ

5

チング液によってシリコン酸化物の膜 200 を選択的に除去した。樹脂レジストは、シリコンウェハの結晶面方位を考慮して、貫通口と V 字溝ができるようにパターンが形成されている。

【0027】図 6 は、表面が (110) 面であるシリコンウェハの結晶面方位を示した図である。本発明の貫通口及び V 字溝にあたる窓部 201、窓部 202、203 は、窓部 201 をシリコンウェハの結晶面方位である <211> 方向に設け、窓部 202、203 はシリコンウェハの結晶面方位である <110> 方向に形成している。この方法は、シリコンの結晶面方位を利用しているので、精度の高い圧力発生室形状を得ることができる。

【0028】以降の過程について、図 5 (a) 乃至 (d) により説明する。

【0029】樹脂レジストを除去すると、図 5 (a) に示すように前工程のエッチングによってパターンニングされた、シリコン酸化物の膜 200 のマスクパターンが現れる。窓部 201 は貫通口 1 a に相当する部位、窓部 202 は V 字溝 1 b に相当する部位、窓部 203 はリザーバ 14 に相当する部位となる。

【0030】次に、水酸化ナトリウム水溶液や水酸化カリウム水溶液などの結晶方位に依存してエッチング速度が変化するエッチング液によって、シリコン基材を異方性エッチングした。シリコン基材の異方性エッチングは、図 5 (b) に示す過程を経て、図 5 (c) に示す状態で終了する。すなわち、異方性エッチングされた窓部 201 には、一旦図 5 (b) に示すようにシリコン基材の表面の (110) 面に対して垂直な (111) 面と、傾斜した (111) 面が発現した。一方、窓部 202 にも傾斜した (111) 面が発現した。さらに異方性エッチングを進行させると、窓部 201 の中央から貫通し、そして、図 5 (c) に示すように、窓部 201 の斜めの (111) 面は消失して、垂直な (111) 面が新たに発現した。以上の工程によって、貫通口 1 a を実質的に

$$t < (v+w) \cdot \cos 35.2^\circ \cdot \tan 35.2^\circ$$

【0036】ここで、v、w はそれぞれ貫通口 1 a の辺の長さで、t はシリコン基材の厚さである (図 4)。

【0037】本実施例では、 $t = 270 \mu\text{m}$ 、 $v = 100 \mu\text{m}$ 、 $w = 386 \mu\text{m}$  であり、次式の通り上記式を満

$$270 < (100 + 386) \cdot \cos 35.2^\circ \cdot \tan 35.2^\circ$$

【0039】シリコン基材 5 は、すでに述べたように剛性を持つ必要がある。t が小さすぎると、シリコン基材の剛性が不足し全体がしなり、相互干渉が問題となる。本実施例ではシリコン基材の厚さ t が  $270 \mu\text{m}$  であり、十分な剛性を有する。

【0040】このように構成された本実施例の記録ヘッドの駆動方法は、圧電振動子 7 に電圧を印加し、圧電振

6

決定する貫通した空間、V 字溝 1 b を実質的に決定する貫通しない空間、並びにリザーバ 14 を実質的に決定する貫通した空間が、垂直な (111) 面の薄い隔壁 204 に仕切られて形成された。

【0031】本実施例では、 $80^\circ\text{C}$  に加熱した 20 [重量%] の水酸化ナトリウム水溶液によって、前記シリコン基材を異方性エッチングして、略 90 分間の浸漬で図 5 (c) に示すような形状を得た。

【0032】つぎに、前述の垂直な (111) 面から成り、貫通口 1 a となる空間と V 字溝 1 b となる空間とを仕切る隔壁 204 a と、同様に V 字溝 1 b となる空間とリザーバ 14 となる空間とを仕切る隔壁 204 b とをフッ酸水溶液などの等方性エッチング液によって除去した。なお、等方性エッチング液によればシリコン酸化物の膜 200 も同時に除去され、その除去速度はシリコン基材と略同等の速度である。従って、本実施例での前記隔壁 204 の厚さは、シリコン酸化物の膜 200 の厚さと同じ  $1.7 \mu\text{m}$  に成るようにした。また、前記隔壁 204 の他の除去手段として、超音波振動などの衝撃によって除去する手段も有効である。

【0033】次に、インクへの耐性やインクとの親和性を得るために保護膜 (図示しない) を形成する。形成する膜の種類、並びに形成手段は前述のマスクパターン 200 の工程と同じであるが、熱酸化処理によってシリコン酸化物の保護膜を形成するのが最も好適である。

【0034】図 5 (b) から図 5 (c) へ移行する過程で、シリコン基材の同じ側に現れる 2 つの傾斜した (111) 面がぶつかる (図 7 (a) 参照)、エッチングがそこで終わるので、そうなる前に違う側の傾斜した (111) 面が出会い、中央部から貫通し (図 7 (b) 参照)、図 5 (c) へ移行するようになる必要がある。そのため、次式を満たすように形成すれば良いことが分かった。

【0035】

【数 4】

たすように構成された。

【0038】

【数 5】

動子 7 の収縮させて圧力発生室 1 の体積を拡大させる。次に電圧を一定にして圧電振動子 7 の収縮状態を一定時間維持する。この時間はノズルに形成されるメニスカスなどの条件によって設定される。その後、圧電振動子 7 の電圧を下げることによる圧電振動子 1 の伸長により圧力発生室 1 を振動板 4 を介して圧縮し、その圧力によりノズル 2 からインクを吐出させる。

7

【0041】この駆動方法を本発明の実施例に適用することにより、インク滴がメニスカスから切れるのが早く良好なインク滴形状を得ることができる。これは、第1の信号81の印加（図11参照）によって圧力発生室1の容積を拡大し、リザーバ14からインクが吸い込まれる時インクが貫通口1aに流入するため、貫通口1a内のインクは図12に示すような矢印Sで示すように回転をし始め、メニスカスが引き込まれる。第2の信号82の印加によって、圧力発生室1の容積が維持され、貫通口1a内のインクが回転を続けながら、メニスカスがもとの位置に戻って来る。そして、信号83が印加されると、圧力発生室1の容積が縮小され、インク滴がノズル2から吐出される。この時インク滴が回転しながら吐出されるのでメニスカスから切れ易いためである。

【0042】図8は、本発明の他の実施例である。圧力発生室1を構成する貫通口1aとV字溝1bはV字状に構成されており、その圧力発生室と対応するように振動板の島部もV字状に形成されている。この実施例のインクジェットヘッドは、インク供給が片側からのみ行われる記録ヘッドである。この実施例によれば2方向からインクが供給されるタイプに比べヘッドサイズを小型化できる。

【0043】図10は本発明の第3の実施例を示す図である。この実施例では、V字溝1bの幅 $v'$ が貫通口1aの幅 $v$ より広くなっている。V字溝1b内でインクの流れがあっても、図10のC-C断面図である図9で示す角A部には流速がないため、そこに気泡が付くとなかなか取れない。本実施例では、V字溝の幅を広くし、そして、角Aに接着剤が溜るように接着して気泡が抜け易くしている。また、単位長さのV字溝1bの流路抵抗が小さくなるため、V字溝1bを長くすることができ（第1の実施例に比べ）、ヘッド全体の剛性が上がり相互干渉のレベルが減少した。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明により、精

8

度良く高密度に形成でき、インク吐出量が十分であり、高周波駆動が実現でき、クロストークのないインクジェット式記録ヘッドが提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の記録ヘッド一実施例を示す図である。

【図2】本発明の記録ヘッドに用いた圧電振動子を示す図である。

【図3】本発明の圧力発生室と島部との一実施例を示す図である。

10 【図4】本発明の一実施例の圧力発生室と島部と圧電振動子とノズルとの一関係を示す図である。

【図5】本発明のシリコン基材の製造方法の一実施例を示す図である。

【図6】本発明の記録ヘッドに用いる（110）面のシリコンウェハの面上の方向を示す図である。

【図7】本発明の記録ヘッドのエッチング過程を説明するための図である。

【図8】本発明の記録ヘッドの第2の実施例を示す図である。

20 【図9】本発明の記録ヘッドの第3の実施例の断面図を示す図である。

【図10】本発明の記録ヘッドの第3の実施例を示す図である。

【図11】本発明の記録ヘッドの駆動信号を示す図である。

【図12】本発明の記録ヘッド内のインクの回転を示す図である。

【図13】従来技術の記録ヘッドを示す図である。

【符号の説明】

30 1……圧力発生室

1a……貫通口

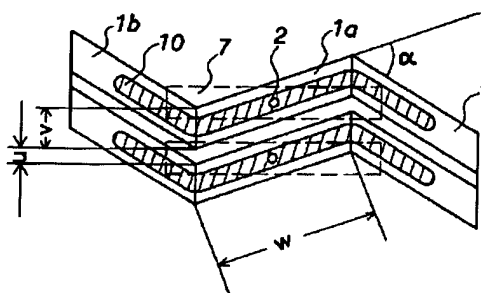
1b……V字溝

2……ノズル

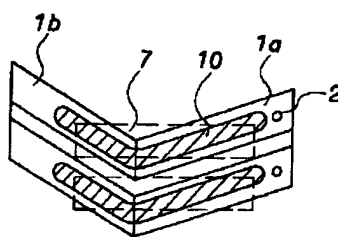
7……圧電振動子

14……リザーバ

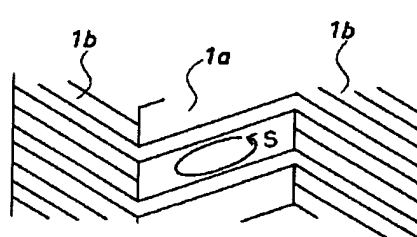
【図4】



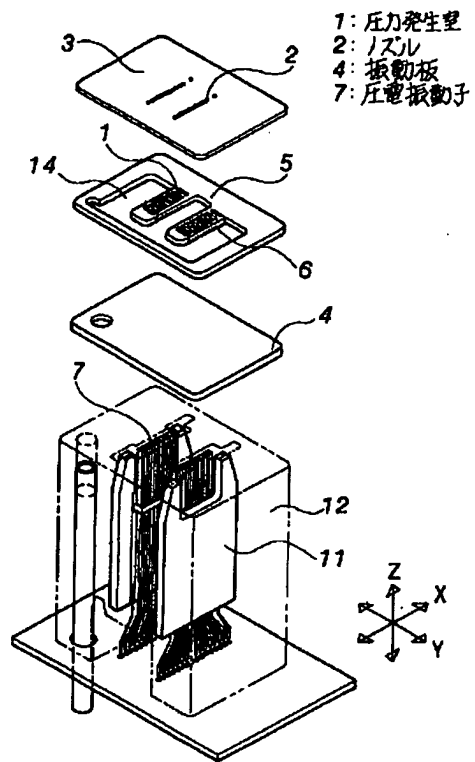
【図8】



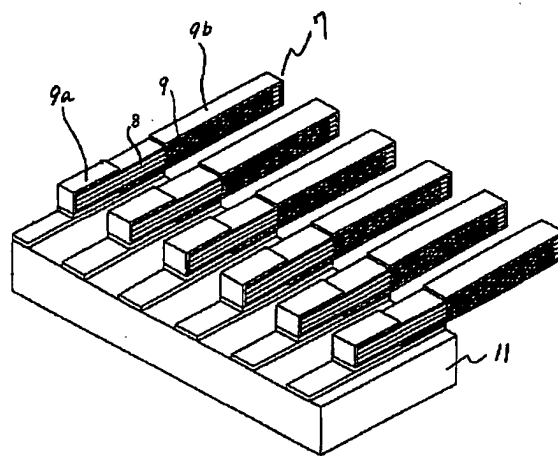
【図12】



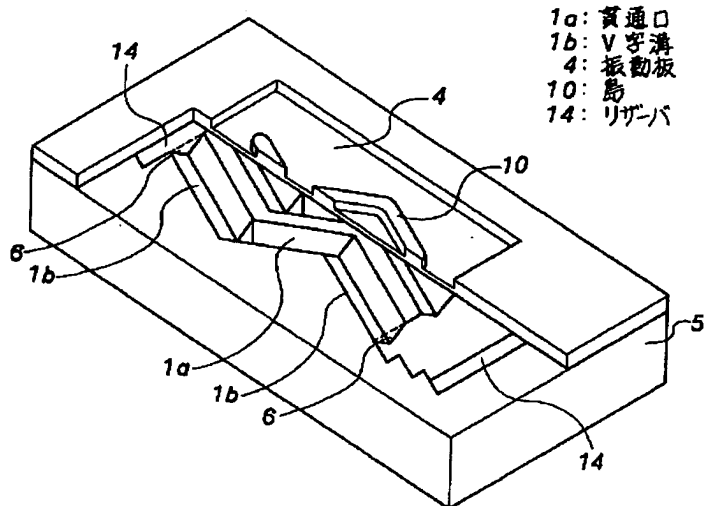
【図1】



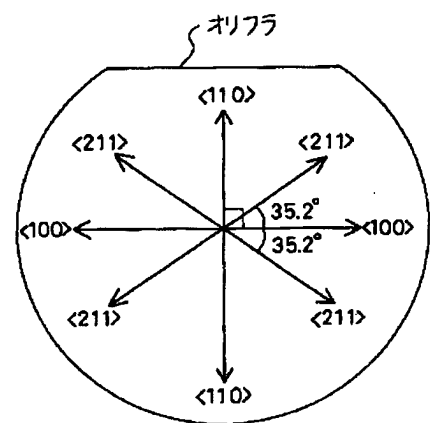
【図2】



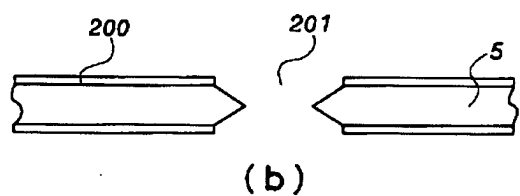
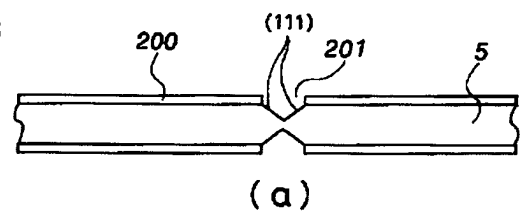
【図3】



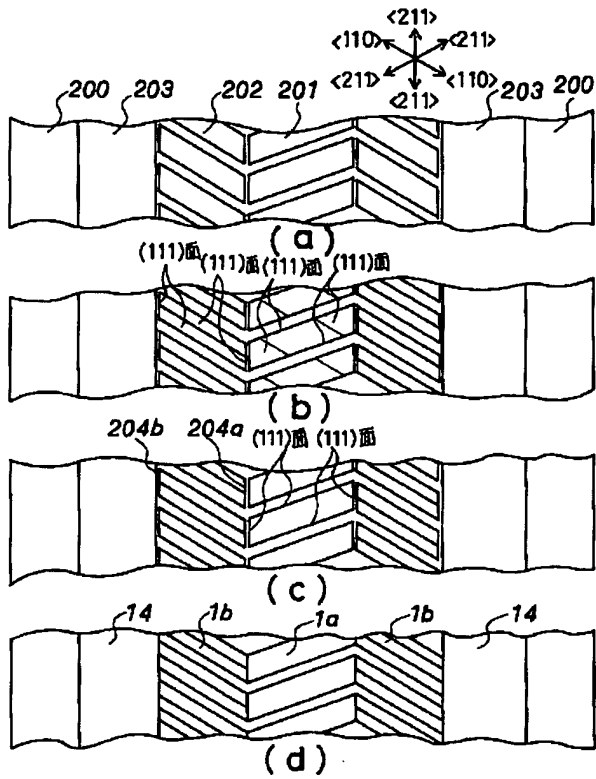
【図6】



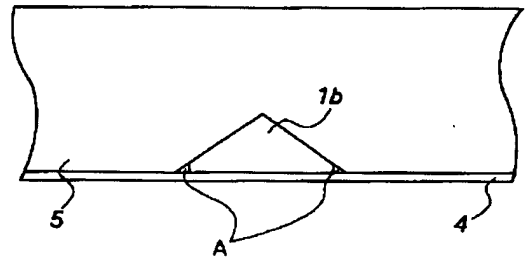
【図7】



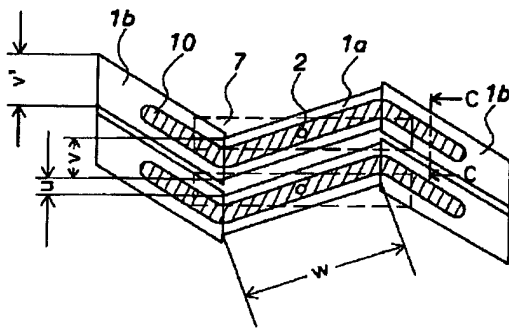
【図 5】



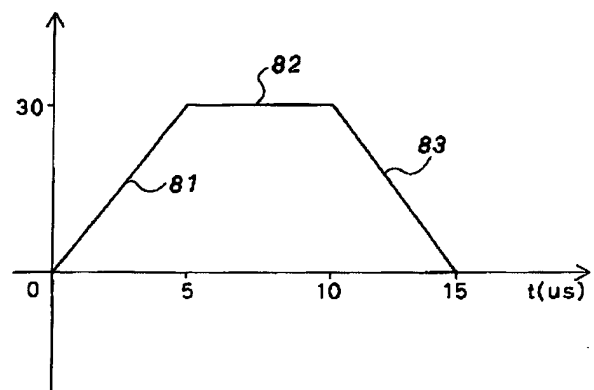
【図 9】



【図 10】



【図 11】



(8)

特開平7-314668

【図13】

